

障害物下の2次元超固体の超流動性

穴釜 剛¹, 國見 昌哉², 加藤 雄介^{1,2}

¹ 東京大学大学院 理学系研究科; ² 東京大学大学院 総合文化研究科

E-mail address: anagama@vortex.c.u-tokyo.ac.jp

[キーワード] 超固体, 超流動, BEC

超固体とは、ボース・アインシュタイン凝縮 (BEC) と固体に特徴的な Bragg peak を同時に持つ状態である。40 年以上の間、理論と実験の両面で研究が進められてきたが、2004 年の Kim と Chan[1] による ^4He 固体を用いた非古典回転慣性 (NCRI) の観測以降、多くの研究者の着目を浴びている。一方、 ^{52}Cr [2] や ^{164}Dy [3] 等の強い双極子相互作用をする冷却原子気体での BEC の実現も報告されており、冷却原子気体での超固体の実現の可能性が強く期待されている。本研究では、超固体が実現した場合の性質を明らかにする事を目的とし、以下の2つの点に着目し、2次元の超固体が超流動性を明らかにする。有限レンジ相互作用を取り入れた Gross-Pitaevskii (GP) 方程式を数値的に解く事で以下の結果を得た。一つ目は、障害物の存在しない場合に相互作用の強さを示す無次元パラメータ Λ と速度 v との間の相図を得る事である。速度が無い場合に Λ を大きくすると超流体-超固体の1次相転移を起こす事は知られていたが、我々は速度が0で無い場合も同様の1次転移を起こす事を確認し、相図を得た。

二つ目は、超固体での Josephson relation[4] を得る事である。超固体を障害物で Josephson 接合のように2つの領域に分断した場合、それぞれの領域の位相に差が生じる。この状態でカレントを流した場合の位相差とカレントが Josephson relation である。Kunimi ら [5] により1次元での結果が得られている。我々はより現実的な2次元の超固体で障害物下の超固体が流れを持つ事を示し、Josephson relation を得た。

[1] E. Kim and M. H. W. Chan, Nature(London) **475**, 225 (2004).

[2] A. Griesmaier, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **94**, 160401 (2005).

[3] M. Lu, *et al.*, Phys. Rev. Lett. **197**, 190401 (2011).

[4] B. D. Josephson, Phys. Lett Vol. **1**, 251(1962).

[5] M. Kunimi, *et al.*, Phys. Rev. B **64**, 094521 (2011).